

**WERTIGKEIT DER COMPUTERTOMOGRAPHIE
IN DER DIAGNOSTIK VON LUNGENMETASTASEN**

DORIS SÜLTZ

1988

Disbui.
München
1988





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554823_0129

Aus der Radiologischen Klinik und Poliklinik
der Universität München
Vorstand : Prof. Dr.med. Dr.h.c. J. Lissner

WERTIGKEIT DER COMPUTERTOMOGRAPHIE
IN DER DIAGNOSTIK
VON LUNGENMETASTASEN

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Doris Monika Sültz, geb. Hoffmann

aus
Augsburg

1988

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatte r : Priv.-Doz. Dr. med. B. Mayr
.....

.....

Mitberichterstatte r : Prof. Dr.med. Dr.h.c. J. Lissner
.....

.....

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Dekan : Prof. Dr. med. W. Spann
.....

Tag der mündlichen Prüfung: 17. März 1988
.....

D a n k s a g u n g

Herrn Prof. Dr.med. Dr.h.c. J. L I S S N E R , Direktor der Radiologischen Klinik und Poliklinik im Klinikum Großhadern und der Klinik und Poliklinik für Radiologie, Ziemssenstraße, danke ich für die Möglichkeit, an seiner Klinik die vorliegende Dissertation anzufertigen.

Den Mitarbeitern der Radiologischen Klinik und Poliklinik im Klinikum Großhadern und der Klinik und Poliklinik für Radiologie, Ziemssenstraße, danke ich für die Unterstützung bei meiner Arbeit.

Herrn Prof. Dr.med. L. S U N D E R - P L A S S M A N N , Chirurgische Klinik im Klinikum Großhadern und

Herrn Prof. Dr.med. S T E L T E R , ehemals Chirurgische Klinik im Klinikum Großhadern (Direktor: Prof. Dr.med. G. H E B E R E R), sowie den Mitarbeitern der thoraxchirurgischen Abteilung danke ich für die Möglichkeit der Einsichtnahme in die Operationsberichte.

Den Mitarbeitern des Pathologischen Instituts der Ludwig-Maximilians-Universität (Vorstand: Prof. Dr.med. M. E D E R) danke ich für die Überlassung der histopathologischen Befunde.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr.med. B. M A Y R für die Überlassung des Themas, die freundliche Unterstützung und Betreuung sowie für die Befundung der computertomographischen Thoraxuntersuchungen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>A. Einleitung</u>	1
<u>B. Patientengut und Untersuchungsmethode</u>	3
<u>C. Ergebnisse</u>	7
<u>I. Resezierte Lungenrundherde (236)</u>	7
I.1. Histologie der resezierten Herde	7
I.2. Computertomographisch diagnostizierte Herde	7
I.3. Nicht vorbehandelte und chemotherapeutisch vorbehandelte Herde	8
<u>II. Übereinstimmung zwischen computertomographischem und operativem Befund (180 Herde)</u>	10
II.1. Histologie	10
II.2. Größenverteilung	11
II.3. Lokalisation	14
II.4. Vergleich der Lokalisation der Rundherde im CT-Befund und OP-Befund	15
<u>III. Rundherde, die im CT des Thorax nicht diagnostiziert werden konnten (56 Herde)</u>	17
III.1. Histologie	17
III.2. Größenverteilung	18
III.3. Lokalisation	21
<u>IV. Rundherde, die computertomographisch gesehen, intraoperativ jedoch nicht gefunden wurden (33 Herde)</u>	22
IV.1. Größenverteilung	22
IV.2. Untersuchungsmethode	22
IV.3. Lokalisation	23
IV.4. Postoperative CT-Nachuntersuchungen bei 3 Patienten	23
<u>D. Diskussion</u>	24
I. Bedeutung der Metastasen Chirurgie	24
II. Die Rolle der Computertomographie bei der Suche nach Lungenmetastasen	27
<u>E. Zusammenfassung und Schlußfolgerung</u>	42

Einleitung

Lungenmetastasen als Indiz einer hämatogenen Tumoraussaat galten früher als unkontrollierbare, disseminierte Erkrankung mit äußerst ungünstiger Prognose. Bei vielen Patienten jedoch, die infolge ihrer pulmonalen Metastasen starben, ließen sich bei der Obduktion keine weiteren Metastasen an anderen Organen nachweisen (Willis et al. 1973). Für zahlreiche Tumoren, wie Weichteil- und Osteosarkome, Hodentumoren und Hypernephrome ist das Kapillarbett der Lunge der erste Filter, der durch hämatogene Aussaat verbreiteten Tumorzellen. Die Metastasierung dieser Tumoren verläuft nicht synchron, sondern stufenweise über eine Art von "Kaskade", wobei der Lunge als erster Zwischenstation für ein Voranschreiten der Erkrankung große Bedeutung zukommt (Viadana et al. 1978).

In den letzten Jahren gelang es, bei bestimmten Primärtumoren durch eine intensiver und differenzierter gestaltete, prä- und postoperative Chemotherapie, die Entwicklung bereits gesetzter Metastasen zu verhüten (Rosen et al. 1983). Durch chirurgische Entfernung bereits bestehender einzelner oder multipler, uni- oder bilateral lokalisierter Metastasen als alleiniger Maßnahme oder in Kombination mit intensiver Chemo- und/oder Strahlentherapie konnte für viele Patienten eine Verlängerung der Überlebenszeit und in manchen Fällen sogar ein rezidivfreies Überleben erwirkt werden.

In jedem Fall ist der Nachweis von Lungenmetastasen, deren Anzahl, der ein- oder beidseitige Befall und die Lokalisation der Filiae von großer Bedeutung für das weitere therapeutische Vorgehen. Bei der Suche nach metastasenverdächtigen Lungenherden eines extrapulmonalen Malignoms stellt die Computertomographie des Thorax derzeit das genaueste bildgebende Verfahren dar (Chang et al. 1979, Muhm et al. 1978, Schaner et al. 1978). Sie ist dabei der

Thoraxübersichtsaufnahme in zwei oder vier Projektionen und der Ganzlungentomographie als auch den neueren Methoden wie der Magnetischen Kernspinresonanztomographie und dem Nachweis mit radioaktiv markierten monoklonalen Antikörpern eindeutig überlegen (Müller et al. 1985, Siccardi et al. 1986, Buraggi et al. 1984). Nach Angaben in der Literatur liegt jedoch die Nachweisrate der Computertomographie bei der Suche nach Lungenmetastasen auch nur bei 78 % für Herde mit einer Größe über 3 mm (Schaner et al. 1978).

Mit der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden :

1. wieviele Rundherde welcher Größe präoperativ mit modernen Scannern diagnostiziert werden können,
2. wie exakt eine Lokalisation dieser metastasenverdächtigen Herde möglich ist und
3. welchen Anteil der resezierten Raumforderungen tatsächlich Metastasen darstellten.

P a t i e n t e n g u t

Das Patientenkollektiv bestand aus 58 Patienten, die zwischen Oktober 1980 und April 1986 wegen Lungenmetastasen eines extrapulmonalen Primärtumors thorakotomiert wurden und von denen eine präoperative computertomographische Untersuchung des Thorax vorlag. (Tabelle 1).

Tabelle 1

Patientenkollektiv	58 Patienten
Männer	: 38
Frauen	: 20
Alter	: 16 - 74 Jahre (Median 46 J.)

Bei 58 Patienten mit insgesamt 64 präoperativen CT-Untersuchungen wurden 70 Operationen durchgeführt; eine Auflistung der gewählten Operationsverfahren geht aus Tabelle 2 hervor.

Tabelle 2

Operationsverfahren bei 70 Thorakotomien	
unilaterale Resektion	57
bilaterale Resektion (Sternotomie)	13

Atypische Resektion	55
Segmentresektion	6
Lobektomie	9



Intraoperativ wurde jeweils die Lunge der betroffenen Seite in Atelektase sorgfältig durchtastet und im Anschluß daran wurden alle verdächtigen Herde entfernt und histologisch untersucht. Die zugrunde liegende maligne Primärerkrankung (Tabelle 3) war jeweils durch lokale Tumorentfernung mit anschließender histologischer Untersuchung gesichert.

Tabelle 3

Primärtumoren der wegen Lungenmetastasen operierten Patienten			
Hodenteratom	14	Nierenkarzinom	11
Sarkome	11	Kolonkarzinom	6
- Osteosarkom	3	Schilddrüsenkarzinom	5
- Synovialisarkom	2	Malignes Melanom	3
- Ewing-Sarkom	1	Parotiskarzinom	1
- Fibrosarkom	1	Mammakarzinom	2
- Rhabdomyosarkom	1	Papillenkarcinom	1
- Uterus-Myosarkom	1	Malignes Histiozytom	1
- Osteoschondrosarkom		Uterus-Adenokarzinom	1
der Mamma	1	Nephroblastom	1
- neurogenes Sarkom	1	Nebennierenkarzinom	1

In 30 Fällen war der operativen Entfernung der Lungenmetastasen eine Chemotherapie bzw. eine Radiojodtherapie vorausgegangen: in 14 Fällen bei Hodenteratomen, in 8 Fällen bei Sarkomen, in 4 Fällen bei Schilddrüsenkarzinomen und je einmal bei einem Nierenkarzinom, einem malignen Melanom, einem Nephroblastom und einem Parotiskarzinom, während bei 28 Patienten die metastasenverdächtigen Rundherde primär operiert wurden.

U n t e r s u c h u n g s m e t h o d e

Präoperativ hatten alle Patienten in einem zeitlichen Abstand von 1 - 41 Tagen (Median 15 Tage) zum Operationstermin eine computertomographische Untersuchung des Thorax erhalten. Die Untersuchung erfolgte jeweils mit einem Ganzkörpercomputertomographen (technische Daten siehe Tabelle 4).

Die Untersuchungen wurden in kraniokaudaler oder kaudokranielar Richtung durchgeführt und reichten von der oberen Thoraxapertur bis zur Spitze der Sinus phrenicocostales.

Tabelle 4

Technische Daten	
Gerät	: Somatom II / DR 3 *
Scanzeiten	: 2 - 5 sec
Schichtdicke	: 8 mm
Methode	: bei maximaler Inspiration kontinuierliche Einzelschichten oder Doppelschichten
* Fa. Siemens	

Bei allen ausgewerteten 64 computertomographischen Untersuchungen betrug die Schichtdicke 8 mm, wobei jedoch häufig (siehe Tabelle 5) mit Schichtlücken untersucht wurde.

Tabelle 5

Untersuchungsergebnisse	
Untersuchungen insgesamt	64
- davon mit kontinuierlichen Einzelstrahlen	25 (39,1 %)
- davon mit Schichtlücken	39 (60,9 %)

Die Aufnahmen lagen zur Verfügung jeweils als Lungenfenster und als Mediastinalfenster vor. Als Orientierungskriterien bei der Beurteilung des Röntgenbildes des Bronchialsystems, die Gefäßverläufe und die Lungenarterie, die direkt bzw. als gefäßfreie Zone zu identifizieren waren.

Die computerbildmorphologischen Aufnahmen wurden retrospektiv, jedoch ohne Kenntnis des ausgeführten operativen bzw. histopathologischen Schlusses von einem Radiologen (Dr. B. Marr) ausgewertet.

E r g e b n i s s e

I. Resezierte Lungenrundherde

I.1. Histologie

Bei 70 thoraxchirurgischen Eingriffen wurden insgesamt 236 metastasenverdächtige Rundherde reseziert, die alle einer genauen histologischen Untersuchung zugeführt wurden.

Nach dem histologischen Befund zeigten 157 Herde malignes, vitales Tumorgewebe. In den anderen Präparaten ließen sich keine Tumorzellen nachweisen, weil sie entweder als Folge einer vorausgegangenen, erfolgreichen Chemotherapie "sterilisiert" waren und nur noch aus Nekrosen und Blutungsbezirken bestanden, oder weil sie lediglich unspezifische, entzündliche Reaktionen, intrapulmonale Lymphknoten, Fibrosen oder Anthrakosebezirke u. ä. darstellten (Aufteilung siehe Tabelle 6).

Tabelle 6

Resezierte Rundherde	236
- Metastasen mit vitalem Tumorgewebe	157 (66,5 %)
- vermutlich total nekrotische Metastasen mit Blutungsbezirken	49 (20,8 %)
- Sonstiges wie : chron. Entzündungen, intrapulmonale Lymphknoten, Fibrosen, Anthrakosebezirke u. ä.	30 (12,7 %)

I. 2. Computertomographisch diagnostizierte Herde

Von den 236 entfernten Rundherden wurden mit der Computertomographie des Thorax 180 Herde (76,2 %) diagnostiziert; 56 (23,8 %) entgingen der computertomographischen Untersuchung. 33 Herde wurden im CT gesehen, ließen sich jedoch intraoperativ nicht finden (Tabelle 7)

Tabelle 7

Gesamtzahl der resezierten Herde	236
- davon Nachweis im CT	180 (76,2 %)
- kein Nachweis im CT	56 (23,8 %)
im CT zusätzlich diagnostizierte Herde ohne intraoperative Bestätigung	33

Allerdings wurden von insgesamt 64 CT-Untersuchungen nur 25 (39,1%) in Einzelschichttechnik durchgeführt. Somit ergibt sich auch eine Aufteilung der Rundherde in zwei Gruppen:

Gruppe 1 mit 124 Herden, die mit Einzelschichten und

Gruppe 2 mit 112 Herden, die mit Schichtlücken untersucht wurden.

Bei exakter Einzelschichtfolge läßt sich eine Trefferquote von 88,7 % (110 Herde von 124) nachweisen, bei Untersuchungen mit Schichtlücken konnten jedoch nur 62,5 % (70 Herde von 112) diagnostizierte werden (Tabelle 8).

Tabelle 8

Untersuchungsmethode	Herde	CT-Nachweis
Einzelschichten	124	110 (88,7 %)
Schichtlücken	112	70 (62,5 %)

1. 3. Nicht vorbehandelte und chemotherapeutisch vorbehandelte Herde

Von den 236 operativ entfernten Herden waren 155 durch eine Chemotherapie vorbehandelt, 81 Herde hatten keinerlei Vorbehandlung erfahren. Die histologischen Befunde und die Nachweisrate der Computertomographie gehen aus Tabelle 9, 10 und 11 hervor.

Tabelle 9

	Unbehandelte Herde (n = 81)	Chemotherapierte Herde (n = 155)
Metastasen	73 (90,1 %)	84 (54,2 %)
Vermutlich Nekrosen nach Chemotherapie	-	49 (31,6 %)
Fibrosen, Entzündungen, intrapul. Lymphknoten etc.	8 (9,9 %)	22 (14,2 %)

Tabelle 10

Unbehandelte Herde (n = 81)		
	<u>CT - Nachweis</u>	<u>Kein CT - Nachweis</u>
	72 (88,9 %)	9 (11,1 %)
Einzelschichten	64/72 (88,9 %)	3/9 (33,3 %)
Schichtlücken	8/72 (11,1 %)	6/9 (66,7 %)

Tabelle 11

Chemotherapierte Herde (n = 155)		
	<u>CT - Nachweis</u>	<u>Kein CT - Nachweis</u>
	108 (69,7 %)	47 (30,3 %)
Einzelschichten	46/108 (42,6 %)	11/47 (23,4 %)
Schichtlücken	62/108 (57,4 %)	36/47 (76,6 %)

II. Übereinstimmung zwischen computertomographischem und operativem Befund (180 Herde)

Von den 236 resezierten metastasenverdächtigen Herden wurden im CT des Thorax 110 Herde mit Einzelschichtuntersuchung und 70 mit Schichtlücken, insgesamt also 180 Herde diagnostiziert.

II. 1. Histologie

Die Ergebnisse der histologischen Untersuchung der 180 Herde gehen aus Tabelle 12 und 13 hervor.

Tabelle 12

CT - Befund $\hat{=}$ OP - Befund	180 Herde
- darunter Metastasen mit vitalem Tumorgewebe	126 Herde (70,0 %)
- "sterilisierte" Metastasen (d.h. Nekrosen früherer Metastasen)	38 Herde (21,1 %)
- Sonstiges wie Fibrosen, chron. Entzündungen, intrapulmonale Lymphknoten, Anthrakosebezirke etc.	16 Herde (8,9 %)

Tabelle 13

Histologische Ergebnisse für 108 chemotherapierte und 72 nicht vorbehandelte Rundherde		
	Chemotherapie	keine Chemotherapie
- Metastasen	58/108 (53,7%)	68/72 (94,4 %)
- "sterilisierte" Metastasen	38/108 (35,2%)	-
- benigne Prozesse	12/108 (11,1%)	4/72 (5,6 %)

II. 2. Größe der im CT diagnostizierten und chirurgisch entfernten Herde

Die Größe dieser intrapulmonalen Raumforderungen bewegt sich nach Angaben des Pathologen zwischen mm-Größe und einem Durchmesser von 10 cm (genaue Aufteilung siehe Tabelle 14); der Median liegt bei 1 cm.

Insgesamt waren 34 Herde (18,9 %) kleiner oder gleich 0,5 cm. Weitere 18 Herde (10,0 %) wurden von chirurgischer Seite als "winzig" oder "sehr klein" beschrieben.

Tabelle 14

Größe der 180 Herde / CT-Befund $\hat{=}$ OP-Befund (nach OP-Bericht)				
Median : 1 cm				
	Alle Herde	+	(+)	- *
≤ 0,5 cm	34 (18,9%)	23	6	5
0,6 cm - 0,9 cm	28 (15,5%)	17	11	-
1,0 cm - 1,9 cm	46 (25,6%)	31	13	2
2,0 cm u. größer	54 (30,0%)	46	4	4
keine genaue Angabe z.B. "winzig", "sehr klein"	18 (10,0%)	9	4	5
	180 Herde	126(70%)	38(21%)	16(9%)

* + Metastasen mit vitalem Tumorgewebe

(+) "sterilisierte" Metastasen (Nekrosen nach Chemotherapie)

- Sonstiges wie : Fibrosen, chron. Entzündungen, intrapulmonale Lymphknoten, Anthrakosebezirke.

Unter Berücksichtigung der Einzelschicht- und Schichtlückenuntersuchungen ergibt sich folgende Größenverteilung:

Tabelle 15

Gruppe 1 : Einzelschichtuntersuchungen

Größe der 110 Herde / CT-Befund $\hat{=}$ OP-Befund		(nach OP-Bericht)		
Median : 1,0 cm				
	Alle Herde	+	(+)	- *
$\leq 0,5$ cm	17 (15,5%)	15	-	2
0,6 cm - 0,9 cm	15 (13,6%)	13	2	-
1,0 cm - 1,9 cm	25 (22,7%)	23	2	-
2,0 cm und größer	42 (38,2%)	36	3	3
keine genaue Angabe z. B. "winzig" oder "sehr klein"	11 (10,0%)	7	2	2
	110 Herde	94 (85,5%)	9 (8,2%)	7 (6,4%)

* + Metastasen mit vitalem Tumorgewebe

(+) "sterilisierte" Metastasen

- Sonstiges wie: intrapulmonale Lymphknoten, Anthrakosebezirke, Fibrosen, chron. Entzündungen.

Tabelle 16

Histologie	Chemoth.(n=46)	keine Chemoth.(n=64)
Metastasen	31/46 (67,4%)	63/64 (98%)
sterilisierte Metastasen	9/46 (19,6%)	-
benigne Prozesse	6/46 (13,0%)	1/64 (2%)

Tabelle 17

Gruppe 2 : Schichtlückenuntersuchungen

Größe der 70 Herde / CT-Befund $\hat{=}$ OP-Befund (nach OP-Bericht)				
Median : 0,9 cm				
	Alle Herde	+	(+)	- *
$\leq 0,5$ cm	17 (24,3%)	8	6	3
0,6 cm - 0,9 cm	13 (18,6%)	4	9	-
1,0 cm - 1,9 cm	21 (30,0%)	8	11	2
2,0 cm u. größer	12 (17,1%)	10	1	1
keine genaue Angabe z. B. "winzig", oder "sehr klein"	7 (10,0%)	2	2	3
	70 Herde	32(46%)	29(41%)	9(13%)

- * + Metastasen mit vitalem Tumorgewebe
 (+) "sterilisierte" Metastasen
 - Sonstiges wie Fibrosen, intrapulmonale Lymphknoten,
 Anthrakosebezirke, chron. Entzündungen etc.

Tabelle 18

Histologie	Chemoth.(n=62)	keine Chemoth.(n=8)
Metastasen	27/62 (43,5%)	5/8 (62,5%)
sterilisierte Metastasen	29/62 (46,8%)	-
benigne Prozesse	6/62 (9,7%)	3/8 (37,5%)

II. 3. Lokalisation der im CT korrekt diagnostizierten Herde

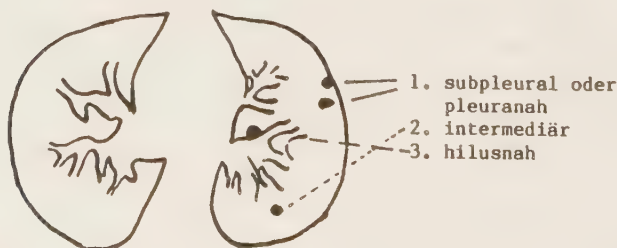
Bei 120 Herden war im OP-Bericht als Lokalisation der Lappen, bei den anderen 60 Herden eine genaue Segmentzuordnung angegeben. 104 der 180 Herde fanden sich in der rechten Lunge, die anderen 76 in der linken Lunge (Tabelle 19).

Tabelle 19

Lokalisation : 180 Herde / CT-Befund $\hat{=}$ OP-Befund (OP-Bericht)			
rechte Lunge	104	linke Lunge	76
Oberlappen	33	Oberlappen	40
Mittellappen	18	(mit Lingula 21)	
Unterlappen	53	Unterlappen	36

Die jeweilige Lage in den einzelnen Lungenlappen wurden nach dem CT-Befund in drei verschiedene Gruppen unterteilt:

- 1.) Herde im äußeren Drittel der Lunge, entweder in subpleuraler oder in pleuranaher Lage
- 2.) intermediär gelegene Herde, im mittleren Drittel der Lunge
- 3.) hilusnahe Herde, die sich in der Nähe der zentralen, großkalibri- gen Gefäße des Hilus befanden (siehe Abbildung 1)



Insgesamt wiesen 120 Herde eine subpleurale (89) oder pleuranahe(31) Lage auf, also 66,6% der im CT diagnostizierten und operativ entfernten Läsionen (Tabelle 20).

Tabelle 20

Axiale Verteilung der 180 Herde nach dem CT-Befund		
subpleurale Lage	89	120 Herde (66,7%)
pleuranahe Lage	31	
intermediäre Lage		49 Herde (27,2%)
hilusnahe Lage		11 Herde (6,1%)

II, 4. Vergleich der Lokalisation der Rundherde im CT-Befund:

OP-Bericht

Nach chirurgischen Angaben waren von 180 Herden 174 korrekt lokalisiert worden; 6 Herde wurden in anderer Lokalisation als im CT-Befund angegeben, bei 3 Herden davon erfolgte von chirurgischer Seite eine genaue Segmentangabe, bei den anderen 3 lediglich eine Lappenzuordnung.(Tabelle 21)

Tabelle 21

Chirurgische Segmentzuordnung	60 Herde
CT - OP Übereinstimmung	57/60 (95 %)
keine Übereinstimmung	3/60 (5 %)
Chirurgische Lappenzuordnung	120 Herde
CT - OP Übereinstimmung	117/120 (97,5 %)
keine Übereinstimmung	3/120 (2,5 %)

Eine genaue Gegenüberstellung der 6 computertomographisch diagnostizierten Herde und ihrer Lokalisation und der intraoperativ genannten Lage geht aus Tabelle 22 hervor.

Tabelle 22

CT - Lokalisation	OP - Lokalisation
•linker Unterlappen, Seg.8 oder an der Grenze zur Lingula *	• dorsales Oberlappensegment (0,8 cm)
•Unterlappenspitze	• Oberlappen (1,2 cm)
•Mittellappen	• Oberlappen (1 cm)
•Unterlappen laterodorsal	• Unterlappen, Seg. 10 (1,5 cm)
•Lingula *	• Grenze anteriores zu superior- rem Oberlappensegment (0,9 cm)
•Unterlappen ventral, Mittellappen-nah *	• Mittellappen

* mit Einzelschichten untersucht

III. 56 Rundherde, die im CT des Thorax nicht diagnostiziert wurden

Von den insgesamt 236 metastasenverdächtigen resezierten Raumforderungen kamen bei 20 Patienten 56 Herde in der computertomographischen Untersuchung nicht zur Darstellung. Bei 14 von 56 Herden wurden Einzelschichtuntersuchungen durchgeführt (25 %), die anderen 42 Rundherde (75 %) wurden mit Schichtlücken untersucht.

III. 1. Histologie

Die Ergebnisse der histologischen Untersuchung der 56 Herde gehen aus den Tabellen 23 und 24 hervor.

Tabelle 23

im CT nicht diagnostizierte Herde	56 Herde
- Metastasen mit vitalem Tumorgewebe	31 Herde (55,4 %)
- "sterilisierte Metastasen" (Nekrosen nach Chemotherapie)	11 Herde (19,6 %)
- Sonstiges wie Fibrosen, chron. Entzündungen, intrapulmonale Lymphknoten, Anthrakosebezirke etc.	14 Herde (25,0 %)

Tabelle 24

Histologische Ergebnisse für 47 chemotherapierte und 9 nicht vorbehandelte Rundherde		
	Chemoth.	keine Chemoth.
- Metastasen	26/47 (55,3%)	5/9 (55,6%)
- "steril. Metastasen"	11/47 (23,4%)	-
- benigne Prozesse	10/47 (21,3%)	4/9 (44,6%)

III. 2. Größenverteilung der 56 im CT nicht diagnostizierten Herde

Die vom Pathologen angegebenen Größen der resezierten Herde bewegen sich zwischen "mm-groß" und einer Ausdehnung von 2 x 1,5 x 1 cm. Eine genaue Aufschlüsselung geht aus Tabelle 25 hervor. Insgesamt lagen 33 Herde (58,9 %) in einem Bereich von 0,5 cm und darunter, dazu sind noch die 9 Knötchen ohne genaue Größenangabe zu zählen, da sie im OP-Bericht als "sehr klein" oder "winzig" beschrieben werden (16,1 %).

Tabelle 25

Größe der 56 im CT nicht diagnostizierten Herde Median : 0,4 cm		(OP-Bericht)		
	Alle Herde	+	(+)	- *
≤ 0,5 cm	33 (58,9%)	21	4	8
0,6 cm - 0,9 cm	9 (16,1%)	4	4	1
1,0 cm - 1,9 cm	5 (8,9%)	2	2	1
2,0 cm u. größer	1 (1,8%)	1	-	-
keine genaue Angabe z. B. "winzig"	8 (14,3%)	3	1	4
	56 Herde	31 (55%)	11 (20%)	14 (25%)

- * + Metastasen mit vitalem Tumorgewebe
 (+) "sterilisierte" Metastasen (Nekrosen nach Chemotherapie)
 - Sonstiges wie: Fibrosen, chron. Entzündungen, intrapulmonale Lymphknoten, Anthrakosebezirke etc.

Unter Berücksichtigung der Einzelschicht- und Schichtlückenuntersuchungen ergibt sich folgende Größenverteilung:

Tabelle 26

Gruppe 1 : Einzelschichtuntersuchungen

Größe der 14 Herde / kein CT-Nachweis Median : 0,4 cm	(OP-Bericht)			
	Alle Herde	+	(+)	- *
≤ 0,5 cm	12 (85,7%)	11	-	1
0,6 cm - 0,9 cm	1 (7,1%)	1	-	-
1,0 cm - 1,9 cm	-	-	-	-
2,0 cm u. größer	1 (7,1%)	1	-	-
	14 Herde	13 (92,9%)	-	1(7%)

- * + Metastasen mit vitalem Tumorgewebe
 (+) "sterilisierte Metastasen" (Nekrosen nach Chemotherapie)
 - Sonstiges wie : Fibrosen, intrapulmonale Lymphknoten, Anthrakosebezirke, chron. Entzündungen etc.

Tabelle 27

Histologie	Chemoth. (n=11)	keine Chemoth.(n=3)
Metastasen	10/11 (90,9%)	3/3 (100 %)
sterilisierte Metastasen	-	-
benigne Prozesse	1/11 (9,1%)	-

Von den 12 Herden kleiner oder gleich 0,5 cm (Tabelle 26), die im CT des Thorax nicht diagnostiziert werden, entfallen 11 Herde auf die computertomographische Untersuchung eines Patienten, die aufgrund von Veratmungsartefakten nur schwer beurteilbar war.

Tabelle 28

Gruppe 2 : Schichtlücken

Größe der 42 Herde / kein CT-Nachweis Median : 0,4 cm		(nach OP-Bericht)		
	Alle Herde	+	(+)	- *
≤ 0,5 cm	21 (50,0%)	10	4	7
0,6 cm - 0,9 cm	8 (19,0%)	3	4	1
1,0 cm - 1,9 cm	5 (11,9%)	2	2	1
2,0 cm u. größer	-	-	-	-
keine genaue Angabe z. B. "winzig"	8 (19,0%)	3	1	4
	42 Herde	18(43%)	11(26%)	13(31%)

- * + Metastasen mit vitalem Tumorgewebe
 (+) "sterilisierte" Metastasen
 - Sonstiges wie : intrapulmonale Lymphknoten, Fibrosen, Anthrakosebezirke, chron. Entzündungen etc.

Tabelle 29

Histologie	Chemoth. (n=36)	keine Chemoth.(n=6)
Metastasen	16/36 (44,4%)	2/6 (33,3%)
sterilisierte Metastasen	11/36 (30,6%)	-
benigne Prozesse	9/36 (25,0%)	4/6 (66,7%)

III. 3. Lokalisation der 56 im CT nicht diagnostizierten Herde

Von chirurgischer Seite war bei 43 Rundherden lediglich eine Lappenzuordnung angegeben, bei 13 weiteren Herden erfolgte eine genaue Segmentangabe. Die Verteilung der 56 Herde auf linke und rechte Lunge und auf die einzelnen Lungenlappen geht aus Tabelle 30 hervor.

Tabelle 30

Lokalisation : 56 Herde ohne CT-Nachweis (nach OP-Bericht)			
rechte Lunge	23	linke Lunge	33
Oberlappen	7	Oberlappen mit Lingula	17 2
Mittellappen	3		
Unterlappen	13	Unterlappen	14

Von den 27 Herden in den Unterlappen lagen 24 in den basalen Segmenten und in den Sinus phrenico-costales.

IV. 33 Herde, die computertomographisch diagnostiziert, jedoch intraoperativ nicht gefunden wurden

Bei 19 Patienten kamen bei der computertomographischen Untersuchung 33 metastasenverdächtige Herde zur Darstellung, die sich intraoperativ, trotz sorgfältigen Durch tastens der Lunge in Atelektase, nicht bestätigen ließen. Bei einem Patienten mit 6 Herden ergab sich im CT-Befund aber bereits der Verdacht, daß es sich nicht um Metastasen, sondern um postentzündliche Adhäsionen handelt. Dieser Patient hatte nach einer Chemotherapie nach dem Einhorn-Schema eine schwere Bleomycin-Pneumonie durchgemacht. Intraoperativ zeigten sich dann als Folge schwere breitbasige Verwachsungen mit der Pleura parietalis, wozu auch die 6 im CT zusätzlich gefundenen Herde zählten. Ein weiterer Herd bei einem anderen Patienten war im CT-Befund auch eher als entzündliches Infiltrat diagnostiziert worden.

IV. 1. Größe der im CT zusätzlich diagnostizierten Herde

Die im Lungenfenster direkt gemessene Größe betrug zwischen 1 mm und 3 mm (Median: 1 mm).

IV. 2. Untersuchungsmethode

Tabelle 31

Untersuchungsmethode bei 33 zusätzlich im CT diagnostizierten Herden		
Einzelsschichten	17 Herde	(51,5 %)
Schichtlücken	16 Herde	(48,5 %)

IV. 3. Lokalisation der 33 im CT zusätzlich diagnostizierten Herde

Von den 33 Rundherden waren 16 in der rechten Lunge und 17 in der linken Lunge lokalisiert (Tabelle 32).

Tabelle 32

Lokalisation der 33 im CT zusätzlich diagnostizierten Herde (nach CT-Befund)			
rechte Lunge	16	linke Lunge	17
Oberlappen	5	Oberlappen	2
Mittellappen	-		
Unterlappen	11	Unterlappen	15

Von den 33 Herden lagen 26 (78,8%) in den Unterlappen und 7 in den Oberlappen. Insgesamt 29 Herde wiesen eine subpleurale oder pleuranahe Lage, also im äußeren Lungendrittel, auf. Lediglich 4 Läsionen hatten eine intermediäre Lage.

IV. 4. Postoperative CT-Nachuntersuchungen bei 3 Patienten

Bei drei Patienten lagen postoperative Nachuntersuchungen vor. Bei einem Patienten kommt der betreffende Herd im postoperativ durchgeführten CT nur noch als fibrotischer Strang zur Darstellung.

Bei einem anderen Patienten handelt es sich um 2 Herde, die sich in der Nachuntersuchung ebenfalls als fibrotischer Bezirk darstellen.

Bei dem dritten Patienten war der Bezirk mit zwei dicht nebeneinander liegenden Herden in der Nachuntersuchung nicht mehr sichtbar.

D i s k u s s i o n

I. Die Bedeutung der Metastasenchirurgie

Während bei extrapulmonaler hämatogener Metastasierung von malignen Tumoren eine chirurgische Maßnahme mit kurativer Zielsetzung gewöhnlich nicht diskutiert wird, nehmen Lungenmetastasen eine Sonderstellung ein. Begründung dafür ist die Hypothese, daß die Lunge als erster Filter des zellenführenden venösen Blutes fungiert, sofern dessen Drainage vom primären Tumorgebiet unmittelbar in das Cavasystem gelangt. Im Laufe der letzten Jahre hat sich der Indikationsbereich von der "klassischen Indikation", die eine Exstirpation nur bei Solitärmetastasen vorsah, ausgedehnt: die "erweiterte Indikation" umfaßt heute auch multiple uni- und sogar bilaterale Herde, und die "diagnostische Indikation" betrifft chemotherapierte Herde, die nach Behandlung entweder unveränderte Größe zeigen oder nur eine geringfügige Regression erkennen lassen (Hasse et al. 1987). Entscheidend für den Erfolg der Metastasenchirurgie ist die Beachtung bestimmter Auswahlkriterien (Mc Cormack et al. 1978, Takita et al. 1983)

- der Primärtumor muß gut unter Kontrolle sein
- es dürfen keine extrapulmonalen Metastasen vorliegen
- der Patient muß sowohl von seiten seiner cardiorespiratorischen Funktion, als auch von seiten seines Allgemeinzustandes in der Lage sein, den thoraxchirurgischen Eingriff zu tolerieren.

Da Lungenmetastasen sehr viel seltener als Primartumoren der Lunge in die regionalen Lymphknoten einbrechen, sind ultraradikale Operationen nicht angezeigt, meist genügt eine parenchymsparende Keil- oder Segmentresektion (Mountain et al. 1970).

In der vorliegenden Arbeit wurden bei 70 Thorakotomien 55 atypische Resektionen, 6 Segmentresektionen und 9 Lobektomien bei 57 unilateralen und bei 13 bilateralen (Sternotomien) Eingriffen durchgeführt.

Das zunehmend aggressive Vorgehen in der Metastasenchirurgie ist hauptsächlich auf die bisher erzielten guten Ergebnisse zurückzuführen.

In einer Übersichtsarbeit berichtet Mountain et al.(1978) über 9 Studien mit insgesamt 660 Patienten mit Lungenmetastasen. Die 5-Jahres-Überlebensrate nach Thorakotomie lag zwischen 25 % und 40 %. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Morrow et al. (1980), der eine 5-Jahres-Überlebensrate von 29 % und eine 10-Jahres-Überlebensrate von 20 % bei 167 Patienten angibt. Leider sind in der Literatur kaum Angaben zur Überlebensrate von unbehandelten Patienten mit Lungenmetastasen zu finden. In einem Bericht von Farrel et al.(1935) über 78 Patienten mit Lungenmetastasen starben 44 % innerhalb der ersten sechs Monate nach Auftreten der Lungenmetastasen, nur 9 % der Patienten überlebten 2 Jahre. Nach Aussage von Gall et al. (1979) betrug bei 67 Patienten mit operativ entfernten Lungenmetastasen die 5-Jahres-Überlebensrate 42,3 %, ohne Therapie dagegen 2,6 %.

Die Überlebensraten hängen entscheidend von der Art des Primärtumors ab (Mountain et al. 1976). Eine Zusammenstellung der Überlebensraten für einzelne Tumorarten nach Lungenmetastasenresektion geht aus Tabelle 33 hervor.

Tabelle 33

Primärtumor	5-Jahres-ÜR nach Thorakotomie	Literatur
Hoden	53% - 60%	Mountain et al. 1984 Morrow et al. 1980
Weichteil-u. Osteosarkome	30% - 46%	Mountain et al. 1984 Flye et al. 1984 Morrow et al. 1980
Hypernephrom	21% - 27%	Dernevik et al. 1985 Jett et al. 1983 Morrow et al. 1980
Chorionkarzinom	30%	Edwards et al. 1975
Kolon	13% - 39%	Mansel et al. 1986 Mountain et al. 1984 Morrow et al. 1980 Wilking et al. 1985
Kopf und Hals	40%	Mountain et al. 1984
Mamma	27%	Mountain et al. 1984
Melanom	13%	Mountain et al. 1984 Morrow et al. 1980

Morrow et al. (1980) hatte bei Patienten mit Solitärmetastasen der Lunge eine 5-Jahres-Überlebensrate von 22 %, bei Patienten mit multiplen Metastasen der Lunge eine 5-Jahres-Überlebensrate von 27 % festgestellt. Dieses Ergebnis zeigt, daß multiple Lungenmetastasen keine Kontraindikation für ein chirurgisches Eingreifen sind. Entscheidender als bilaterales oder multiples Auftreten für die Überlebensraten sind die Tumorverdopplungszeit und das Krankheitsfreie Intervall zwischen Primärtumorsektion und Auftreten der Lungenmetastasen (Huth et al. 1980). Wie Morton et al. (1980) zeigen konnte, hatten Patienten mit multiplen bilateralen Läsionen und einer Tumorverdopplungszeit von mehr als 40 Tagen insgesamt eine bessere Prognose, als Patienten mit einer Tumorverdopplungszeit von weniger als 40 oder 20 Tagen, die von der Metastasenresektion wenig profitierten (Takita et al. 1977, Huth et al. 1980).

Die Tumorverdopplungszeit stellt jedoch bei Tumoren für die eine effiziente Chemotherapie möglich ist kein Anwendungskriterium dar. Die guten Prognosen bei der Behandlung multipler Metastasen sind vor allem auch durch die zunehmend erfolgreiche Chemotherapie bei der Behandlung von Patienten mit Sarkomen oder Hodenteratomen erklärbar (Morrow et al. 1980). Bei Chemotherapie-sensiblen Tumoren können oft bereits nach dem ersten Zyklus die Metastasen nicht mehr nachgewiesen werden. Bisweilen persistieren jedoch - nach anfänglich oft drastischer Größenabnahme - einzelne oder mehrere Metastasen. Dies kann bereits einen vollständigen Untergang des Tumorgewebes im Sinne einer "Sterilisation" signalisieren. Die Größenabnahme gibt einen indirekten Hinweis auf das therapeutische Ansprechen, aber Reste von vitalem Tumorgewebe sowie eine Chemotherapie-Resistenz der überlebenden Tumorzellen können nicht sicher ausgeschlossen werden. Damit stellt sich auch hier eindeutig die Indikation zur chirurgischen Resektion der verbliebenen Herde.

II. Die Rolle der Computertomographie bei der Suche nach Lungenmetastasen eines extrathorakalen Primärtumors

Vor der Einführung der Computertomographie erwies sich die konventionelle Ganzlungentomographie bei der Suche nach Lungenmetastasen eines extrapulmonalen Malignoms im Hinblick auf Sensitivität den üblichen Thoraxübersichtsaufnahmen gegenüber als eindeutig überlegen (Neifeld et al. 1977; Heaston et al. 1983) und galt aus diesem Grund als Routineuntersuchung bei dieser Fragestellung. Chang et al. (1979) nennt in seiner Arbeit für die herkömmlichen Thoraxaufnahmen eine Nachweisrate von 36 %, für die Ganzlungentomographie eine von 47 %. Johnston et al. (1983) fand intraoperativ allerdings 53 % mehr Herde als durch die präoperative Tomographie nachgewiesen worden waren. Bei 11 von 18 (61 %) der Patienten mit vermutetem unilateralem Befall zeigte sich intraoperativ ein bilaterales Auftreten der Metastasen. Auch Neifeld et al. (1977) berichtet, daß die präoperative konventionelle Tomographie Ausmaß und Anzahl der Metastasen unterschätzte. Bei der Thorakotomie von 8 seiner 38 Patienten mit vermuteten Solitärmetastasen zeigte sich intraoperativ ein multipler Befall, und bei 35 von 48 Patienten hatte die Tomographie trotz der Diagnose "multipler Befall" die tatsächliche Anzahl der Metastasen weit unterschätzt.

Bei der Suche nach Lungenmetastasen zeigt die Computertomographie des Thorax eine deutlich höhere Nachweisrate auf als die konventionelle Tomographie und stellt somit das derzeit genaueste bildgebende Verfahren dar. Nach Angaben aus der Literatur erhält der Untersucher in 35 % bis 75 % der Fälle durch die Computertomographie mehr Informationen als durch die Ganzlungentomographie. Bei Muhm et al. (1978) trifft dies in 35 % der Fälle zu, bei Schaner et al. (1978) in 48 % der Fälle, bei Lund et al. (1982) in 43 %, bei Cohen et al. (1982) in 75 % und bei Heaston et al. (1983) in 55 % der Fälle. In einer Studie von Chang et al. (1979) wurden durch die Tomographie von 53 resezierten Herden 47 % und durch die Computertomographie 58 % diagnostiziert.

Gegenüber den konventionellen radiologischen Verfahren wie Thoraxübersichtsaufnahme in 2 oder 4 Projektionen und der Lungentomographie hat die Computertomographie drei entscheidende Vorteile, die ihr diese eindeutige Vorrangstellung verschafft haben: zum einen ist dies die deutlich bessere Kontrastabstufung, zum anderen die Möglichkeit nicht nur der qualitativen, sondern auch der quantitativen (numerischen) Erfassung von Gewebsdichten und schließlich die Berechnung und Darstellung eines überlagerungsfreien Querschnittbildes (Wegener, 1981).

Im Vergleich mit neueren Methoden, z. B. der Magnetischen Kernspinresonanztomographie (MR) bei der Suche nach Lungenfiliae, gelingt es der Computertomographie mit ihrem deutlich besseren räumlichen Auflösungsvermögen ca. 15 % mehr Rundherde zwischen 3 mm und 10 mm Größe zu diagnostizieren als der MR (Müller et al. 1985). Der einzige Vorteil der MR mit der besseren Kontrastabstufung liegt im Nachweis kleiner Herde in der Nähe von Blutgefäßen, da sie durch die hohe Signalintensität des Gewebes gegenüber der signalfreien Zone fließenden Blutes gut zur Darstellung kommen.

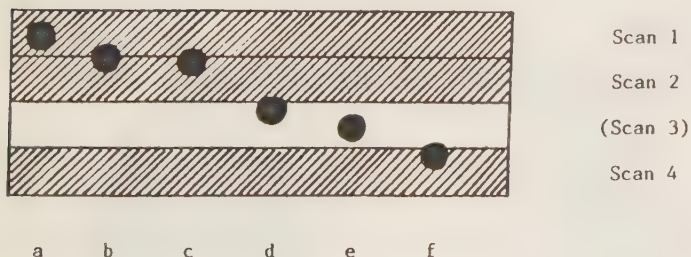
Bei dem Versuch, Melanommetastasen mit ^{99m}Tc und ^{111}In markierten F(ab')_2 -Fragmenten monoklonaler Antikörper nachzuweisen, konnten in einer multizentrischen Studie in Italien nur 12 von 24 Lungenherden mit einer Größe ≤ 2 cm und 14 von 20 Herden mit einer Größe von über 2 cm diagnostiziert werden (Siccardi et al. 1986). In einer ähnlichen Studie konnte auch Buraggi et al. (1984) nur Lungenmetastasen von 2 cm und größer nachweisen.

Von den 236 resezierten metastasenverdächtigen Rundherden der vorliegenden Untersuchung wurden im CT des Thorax 180 (76,2 %) nachgewiesen. Allerdings müssen zur richtigen Beurteilung und zum Vergleich mit anderen Arbeiten aus der Literatur zwei Gruppen

gebildet werden: Gruppe 1 mit 124 Herden, die mit kontinuierlicher Schichtfolge von 8 mm untersucht wurden; und Gruppe 2 mit 112 Herden, bei denen Untersuchungsmethoden mit Schichtlücken Anwendung fanden. Diese Untersuchungsmethoden entsprechen entweder einem standardisiertem Vorgehen bei der Stadieneinteilung des Bronchialkarzinoms oder wurden aus Zeitersparnisgründen als reine Doppelschichten durchgeführt.

Bei den Doppelschichtuntersuchungen wird die gewählte Schichtdicke von 8 mm beibehalten, der Tischvorschub allerdings verdoppelt, so daß eine Schicht (siehe Abb. 2, Scan 3) ausfällt. Wie aus Abb. 2 weiter hervorgeht, werden Herd a und b in Schicht 1 abgebildet; Herd c befindet sich zum größten Teil in Schicht 2 und kommt somit auch dort zur Darstellung. Herd d, der zum größten Teil und Herd e, der völlig in Scan 3 liegt, werden der computertomographischen Untersuchung entgehen. Herd f erscheint dann wieder in der nächsten Schicht.

Abbildung 2



Bei einer getrennten Aufschlüsselung der Nachweisrate ließen sich von 124 Herden mit Einzelschichtuntersuchung 110 Herde (88,7 %) computertomographisch nachweisen, während es in der Gruppe der mit Schichtlücken untersuchten 112 Herde nur 70 (62,5 %) waren. Der Größenmedian der im CT diagnostizierten Rundherde lag in Gruppe 1 bei 1,0 cm, in der Gruppe 2 bei 0,9 cm, so daß sich aus dieser Sicht die unterschiedliche Nachweisrate nicht erklären läßt.

Interessant ist in diesem Zusammenhang der Fall eines Patienten mit einem Herd von 6 mm Durchmesser, der im rechten Unterlappen parakardial lokalisiert war. Es wurden zwei präoperative CT-untersuchungen durchgeführt. Die erste zwei Monate vor Operationstermin mit gemischten Einzel- und Doppelschichten, die zweite 18 Tage vor OP-Termin mit Mediastinalschichten. Der Herd, der bei der ersten Untersuchung im rechten Unterlappen parakardial zu sehen war und sich intraoperativ auch bestätigte, kam bei der zweiten Untersuchung nicht mehr zur Darstellung. Der Grund dafür liegt in der gewählten Untersuchungsmethode: im ersten Fall wurde im Bereich des Herdes mit Einzelschichten, im zweiten Fall mit Doppelschichten untersucht, wobei dann diese Metastase mit einer Größe von 6 mm dem CT-Befund entging.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die erste und die zweite computertomographische Untersuchung bei diesem Patienten.

Abb. 3: Rundherd rechts parakardial; CT - Untersuchung mit Einzelschichtfolge in diesem Bereich zwei Monate vor OP - Termin.

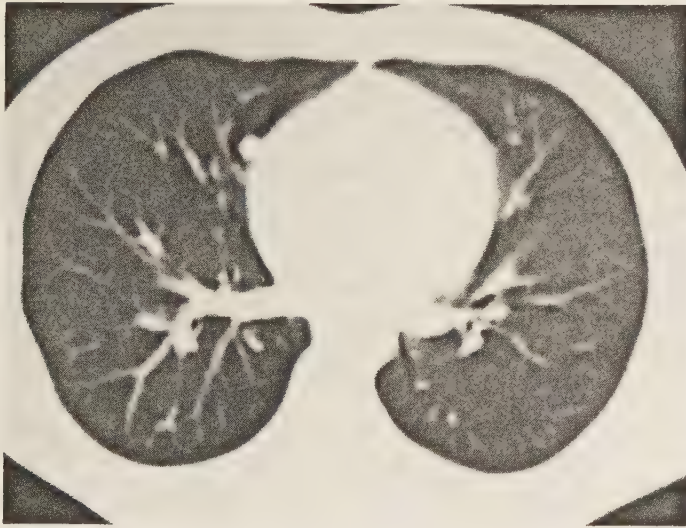
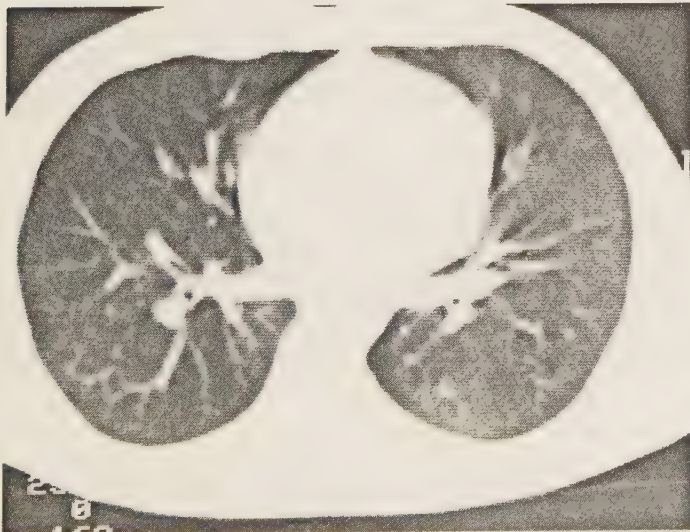


Abb. 4: Der Rundherd rechts parakardial aus Abb. 3, der sich intraoperativ bestätigte, kommt bei der zweiten CT - Untersuchung mit Schichtlücken in diesem Bereich 18 Tage vor OP - Termin nicht mehr zur Darstellung.



Aus den oben genannten Gründen eignen sich für eine eingehende Diskussion der Nachweisrate der Computertomographie bei der Suche nach Lungenmetastasen lediglich die 124 Herde, die mit Einzelschichtfolgen untersucht worden waren.

Von 124 Herden wurden 110 (88,7 %) computertomographisch diagnostiziert. Dabei handelte es sich um 46 chemotherapierte und 64 unbehandelte Rundherde.

Die Größenangaben des Pathologen bewegen sich zwischen "mm-groß" und 10 cm, der Median liegt bei 1,0 cm. Schaner et al. (1978) gibt in seiner Studie für die durch Thoraxaufnahmen diagnostizierten Herde einen Median von 17 mm an, für 11 weitere durch Ganzlungentomographie entdeckte einen Median von 7 mm und für 15 zusätzlich durch Computertomographie gesicherte einen Median von 4,5 mm. Schaner errechnet in seiner Arbeit eine Nachweisrate der Computertomographie von 78 %, die sich allerdings nur auf Herde größer als 3 mm im Durchmesser bezieht, ein Median ist nicht angegeben. Von 45 Herden, die im CT nicht nachgewiesen werden konnten, waren in Schaners Studie 33 (73 %) kleiner oder gleich 3 mm, 12 Herde waren größer als 3 mm (Median aller im CT nicht diagnostizierten Herde: 3 mm). In der übrigen Literatur finden sich keine exakte Größenangaben für das jeweils untersuchte Kollektiv.

Die außerordentlich hohe Nachweisrate von 88,7 % der eigenen Arbeit mag zum Teil durch den Größenmedian von 1 cm bedingt sein.

Immerhin lagen aber ca. 25 % der im CT diagnostizierten und chirurgisch entfernten Herde in dem Bereich von 5 mm oder darunter.

In seiner prospektiv radiologisch-pathologischen Studie über 25 Patienten mit 92 resezierten Rundherden zeigt Schaner et al. (1978), daß 66 % aller durch konventionelle Tomographie diagnostizierten Rundherde Metastasen waren, während es bei den computertomographisch gesicherten nur 45 % waren. Außerdem gibt er bei den ausschließlich im CT diagnostizierten Herden einen Prozentsatz von 60 % für benigne Prozesse wie Lymphknoten und Granulome an.

In der vorliegenden Untersuchung waren von 110 computertomographisch gesicherten und anschließend resezierten Läsionen 94 (85,5%) Metastasen, 9 (8,2 %) "sterilisierte" Metastasen (Nekrosen nach Chemotherapie) und 7 (6,4 %) benigne Prozesse wie Lymphknoten, Fibrose- oder Anthrakosebezirke etc.

Im Gegensatz zu Schaner et al. kommt Muhm et al.(1978) zu dem Ergebnis, daß 83 % der Patienten, bei denen im CT mehr Rundherde als in der konventionellen Tomographie diagnostiziert worden waren, Metastasen aufwiesen.

Sicher ist der Anteil von Herden mit vitalem Tumorgewebe abhängig von der Frage, ob eine präoperative Chemotherapie durchgeführt wurde oder nicht. Aus der Literatur geht eine solche Aufteilung nicht hervor.

In der eigenen Arbeit waren von 110 im CT gesicherten Herden 46 chemotherapiert: hier fanden sich 31 Metastasen (67,4 %), 9 "sterilisierte" Metastasen (19,6 %) und 6 benigne Prozesse (13 %). Unter den 64 nicht vorbehandelten Rundherden waren 63 Metastasen (98 %) und nur 1 benigner Prozeß (2 %).

Wenn man die 70 durch Doppelschichtuntersuchung diagnostizierten Herde auch heranzieht, so resultiert für 108 chemotherapierte Herde folgendes Gesamtergebnis: 58 Metastasen (53,7 %), 38 "sterilisierte" Metastasen (35,2 %) und 12 benigne Prozesse (11,1 %). Bei 72 unbehandelten Metastasen kommt es zu dem deutlich höheren Anteil von 68 (94,4 %) Metastasen und lediglich 4 (5,6 %) benignen Prozessen.

Auch in den sog. "sterilisierten" Metastasen können - in einem vom Pathologen nicht untersuchten Bereich - trotz ausgedehnter Nekrosen noch geringe Reste von differenzierten Anteilen z. B. eines Hodenteratoms vorhanden sein. Diese sprechen erfahrungsgemäß nicht auf eine Chemotherapie an und können später erneut den Ausgangspunkt einer malignen Entartung darstellen (Rosen et al. 1983). Somit könnte der Prozentsatz der Herde mit vitalem Tumorgewebe unter Umständen sogar noch höher liegen.

Nach Angaben von Schaner et al. (1978) waren 60 % der Herde zwischen 3 mm und 6 mm, die nur computertomographisch und nicht konventionell diagnostiziert werden konnten, benigne Prozesse. Obwohl bekannt ist, daß die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Metastase mit der Größe der Läsion steigt, so geht aus der eigenen vorliegenden Arbeit klar hervor, daß auch kleinste Herde mit einer hohen Wahrscheinlichkeit malignes Gewebe aufweisen können.

Insgesamt 17 Rundherde von 110 mit Einzelschichten untersuchten waren kleiner oder gleich 5 mm, davon 15 (88,2 %) Metastasen. Dazu müssen noch 7 von 11 (63,6 %) Herden gezählt werden, von denen keine exakte Größenangabe vorliegt, die aber mit "winzig" oder "sehr klein" beschrieben sind.

Crow et al. (1981) fand in ihrer radiologisch-pathologischen Studie an 30 Metastasenlungen von Patienten, die an einer malignen Erkrankung gestorben waren, daß 55 % aller Metastasen zwischen 2 mm und 5 mm groß waren. Ihrer Ansicht nach kann aufgrund der radiologischen Größe keinerlei Aussage hinsichtlich der Dignität getroffen werden. Diese Ergebnisse und unsere Resultate belegen klar, daß der Nachweis auch kleinster Rundherde durch die CT von großer klinischer Bedeutung ist und die Anwendung der Computertomographie bei der Metastasensuche entgegen der Meinung von Schaner eindeutig gerechtfertigt ist.

Bei der Frage nach der Lokalisation bzw. der Verteilung in der transversalen Ebene der Lungenmetastasen bestätigt eine Arbeit von Scholten et al. (1977) die Beobachtung von Willis et al. (1973), daß die Mehrzahl aller Metastasen in der Lungenperipherie lokalisiert sind. Scholten benützte Formalin-gefüllte Lungen zu einem Vergleich zwischen radiologischen und pathologischen Befunden. 92 % aller Herde wiesen eine Lokalisation in der Peripherie der Lunge auf, d. h. 67 % waren subpleural und 25 % im äußeren Drittel der Lunge gelegen. Diese Angaben werden durch die Untersuchungen von Crow et al. (1981) bestätigt, die 59 % der Herde in pleuraler oder subpleuraler Lage und 23 % im äußeren Drittel der Lunge fand.

Somit waren auch hier 82 % in der Peripherie gelegen.

Von den insgesamt 180 im CT diagnostizierten und chirurgisch entfernten Herden der vorliegenden Arbeit waren 120, also 66,7 %, in subpleuraler oder pleuranaher Lage zu finden. Der Prozentsatz kann aber auch deutlich höher liegen, da bei der Berechnung nur die im CT erfaßten Rundherde berücksichtigt wurden und nicht wie bei den oben genannten Studien eine genaue pathologische Aufarbeitung der ganzen Lunge zugrunde liegt. Die intraoperativen Angaben ließen eine Zuordnung nicht zu. 11 Herde fanden sich in Hilusnähe. Dieser Bereich kann unter Umständen auch im CT aufgrund des vergleichsweise großen Gefäßdurchmessers der vom Hilus ausgehenden Gefäße relativ schwierig zu diagnostizieren sein. Acht der Rundherde zeigten jedoch eine Größe von 2 cm oder darüber und waren daher gut sichtbar. Drei kleinere Herde lagen mehr parakardial subpleural und waren auch eindeutig nachzuweisen.

Gerade die thoraxwandnahen, subpleuralen Lungenabschnitte, sowie die paramediastinalen Bereiche, die teilweise durch Herz oder Gefäße verdeckt werden und die von den Zwerchfellkuppen überragten Sinus phrenicocostales sind mit der konventionellen Aufnahmetechnik schlecht zu beurteilen, da sich durch die Absorption vor oder hinter den Rundherden liegender Knochen- und Weichteilstrukturen Abbildungsprobleme ergeben (Abb. 5 und 5 a nach Heuck und Ulbricht, 1982).

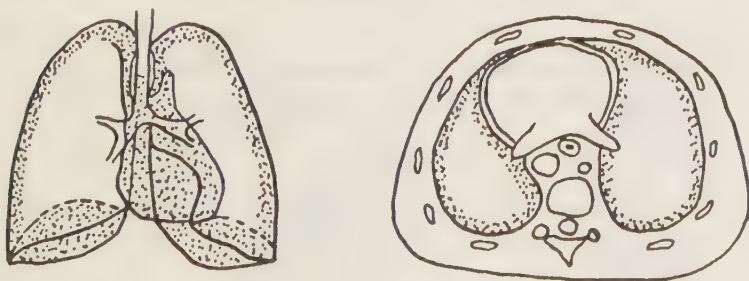


Abb. 5 : Schematische Darstellung der im Thoraxnativbild nicht überlagerungsfrei beurteilbaren Lungenbezirke (Schraffur)

Abb. 5 a : Der CT-Querschnitt durch die Thoraxbasis zeigt die gleichen jetzt uneingeschränkt beurteilbaren Areale.

(Nach Heuck und Ulbricht, 1982)

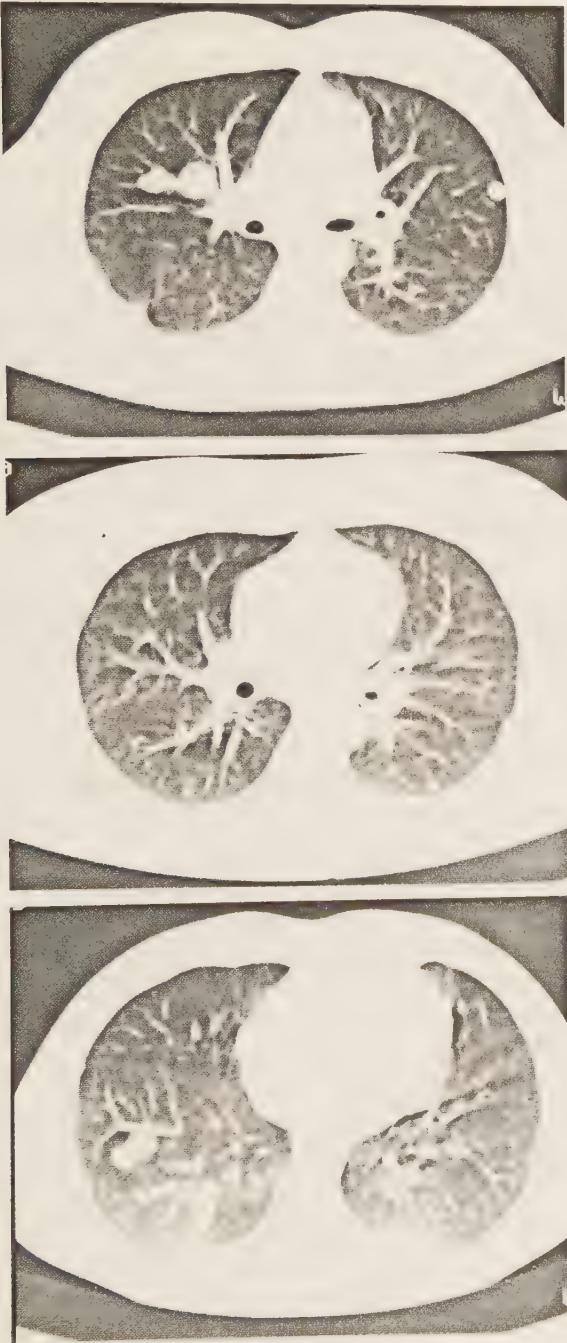
Hier ist die Computertomographie aufgrund des gut beurteilbaren Querschnittbildes, das Überlagerung durch andere Strukturen weitgehend ausschaltet, den konventionellen Methoden eindeutig überlegen. (Abb. 6 a,b,c)

Obwohl nach Angaben von Willis et al. (1973) die Lungenbasis bei der Metastasierung häufiger betroffen ist als die apikalen Bereiche, ergab sich nach Auswertung der chirurgisch-pathologischen Befunde in der vorliegenden Arbeit ein verhältnismäßig gleiches Verteilungsmuster des Befalls: 41,9 % aller resezierten Herde waren in den Oberlappen, 8,9 % im Mittellappen bzw. in der Lingula und 49 % in den Unterlappen lokalisiert.

Insgesamt 6 Herde von 180 computertomographisch und operativ gesicherten Läsionen wiesen im CT eine andere Lokalisation auf als vom Chirurgen angegeben. Eine exakte Segmentzuordnung erfolgte chirurgischerseits nur bei 60 Herden, die anderen 120 Herde wurden nur dem jeweiligen Lappen zugeteilt.

- 1) ein Herd mit einer Größe von 0,8 cm lag nach dem CT-Befund in Segment 8 oder an der Grenze zur Lingula, intraoperativ im dorsalen Oberlappensegment (Einzelschichten)
- 2) ein Herd mit einer Größe von ca. 1,2 cm lag laut CT-Befund in der Unterlappenspitze, nach OP-Angaben im Oberlappen (Schichtlücken)
- 3) ein weiterer Herd beim gleichen Patienten mit einer Größe von 1 cm fand sich laut CT im Mittellappen, nach OP im Oberlappen (Schichtlücken)
- 4) ein Herd mit einer Größe von 1,5 cm lag laut CT-Befund im rechten Unterlappen laterobasal, laut OP im 10. Segment ganz dorsal (Schichtlücken)
- 5) ein Herd mit 0,9 cm Größe fand sich nach dem CT-Befund in der Lingula, laut OP-Befund zwischen anteriorem und superiorem Oberlappensegment (Einzelschichten)

Abb. 6, a,b,c: Lungenmetastasen im gut beurteilbaren Querschnittsbild der computertomographischen Untersuchung.



6) ein Herd lag nach dem CT-Befund im rechten Unterlappen ventral, Mittellappennah, im OP-Bericht wird er in den Mittellappen lokalisiert (Einzelschichten).

Wie aus den Angaben hervorgeht, liegen die jeweiligen computertomographischen und chirurgischen Lokalisationen außerordentlich nahe beieinander. Es kann sowohl intraoperativ aufgrund von Adhäsionen nach vorausgegangener Chemotherapie oder Voroperation, als auch von radiologischer Seite aus aufgrund von Doppelschichtuntersuchungen oder schlecht beurteilbaren Lappen- bzw. Segmentgrenzen zu falschen Angaben kommen.

Herd Nr. 1 fällt etwas aus dem Rahmen: er war computertomographisch in Segment 8 bzw. an der Grenze zur Lingula gelegen, intraoperativ im dorsalen Oberlappensegment. Angefangen bei schweren Verziehungen und Verwachsungen über versehentlich falsche Beschriftung des Resektats sind vielerlei Gründe für die Abweichung denkbar.

Die Ergebnisse zeigen, daß die CT in der Lage ist, Rundherde exakt einzelnen Lappen und Segmenten zuzuordnen.

Computertomographisch nicht diagnostizierte Herde

Insgesamt 56 Rundherde (23,8 %) wurden im CT des Thorax nicht diagnostiziert. 33 Herde wiesen eine Größe von 0,5 cm oder kleiner auf (58,9 %), dazuzuzählen sind 8 (14,3 %) ohne genaue Größenangabe ("winzig", "sehr klein"), so daß zusammen ca. 70 % $\leq$ 0,5 cm waren. Darunter stellten Metastasen einen Anteil von 72,7 % (24 Herde).

Nur bei 14 Rundherden wurde im fraglichen Bereich mit kontinuierlicher Schichtfolge untersucht, bei den 42 anderen mit Schichtlücken, so daß der überwiegende Anteil der Rundherde aufgrund der Untersuchungsmethode mit Schichtlücken nicht diagnostiziert wurde.

Der Größenmedian der im CT nicht diagnostizierten Herde liegt für beide Gruppen bei 0,4 cm. Chang et al. (1979) gibt für 45 im CT nicht diagnostizierte Herde einen Größenmedian von 0,3 cm an. 73 % (33 von 45) waren in seiner Arbeit kleiner oder gleich 3 mm. Dies stimmt mit ca. 70 % kleiner oder gleich 5 mm in der vorliegenden Arbeit annähernd überein. Bei Chang et al. wiesen 15 von 45 im CT nicht diagnostizierten Läsionen (33,3 %) metastatisches Tumorgewebe auf. In der eigenen Arbeit waren es 42 von 56, also 75 % Metastasen bzw. "sterilisierte" Metastasen, die der computertomographischen Untersuchung entgingen.

Prinzipiell gibt es für das Versagen der Computertomographie bei kleinen Rundherden drei Gründe:

1) Partialvolumeneffekt - dies bedeutet im konkreten Fall, daß das Volumen eines kleinen Herdes nicht ausreicht, um durch Abschwächung der Röntgenstrahlen eine entsprechende Änderung der Dichtewerte zu erzielen und somit auch nicht als Knoten im Computertomogramm zur Darstellung kommt. Der Dichtewert ist als Durchschnittswert für das im Volumelement enthaltene Gewebe zu betrachten. Wenn unterschiedlich dichte Strukturen das Volumelement - jeweils teilweise - ausfüllen, tragen sie im Verhältnis ihres Volumens zum Dichtewert bei. So kann also z. B. ein sehr kleiner Herd gerade so zwischen zwei Schichten liegen, daß sein Volumen nicht ausreicht, um in einer der beiden Schichten abgebildet zu werden. Der Teilvolumeneffekt ist also Folge einer begrenzten räumlichen Auflösung und wird durch feinaufgerasterte Bildmatrices und Verwendung geringer Schichtdicken, d. h. kleiner Elementvolumina, herabgesetzt (Wegener et al. 1981).

Eine Verringerung der Schichtbreite oder die Anwendung überlappender Schichten ist jedoch in der Praxis wegen der Verlängerung der Untersuchungszeit nicht anwendbar.

2) Atembewegungen - Aufgrund von oft nur minimalen Änderungen der Atemlage besteht die Möglichkeit, daß ein kleiner Herd sich gerade so zwischen zwei Schichten hin- und herbewegt, daß er in keiner von beiden zur Darstellung kommt. Dieser Effekt dürfte an der Lungenbasis von größerer Bedeutung sein, da hier Atemexkursionen stärker ausgeprägt sind (Krudy et al. 1982).

3) Blutgefäße - Ein senkrecht zur Schichtebene angeschnittenes Gefäß erscheint in der gleichen Form wie ein Rundherd. Wenn ein Herd die gleiche Größe wie die ihn umgebenden Lungengefäße hat, wird die Beurteilung schwierig. Um Gefäßstrukturen von Rundherden zu unterscheiden, ist es unerläßlich, Gefäßverläufe auf den direkt anschließenden Schichten zu verfolgen. Wegen der großen Zahl der Gefäße und Aufzweigungen im Hilusbereich kann dort die Beurteilung schwierig sein.

Angesichts der geringen Größe der Herde ist bei einem Zusammentreffen der drei genannten Gründe und der Durchführung einer Doppelschichtuntersuchung, wie dies in der vorliegenden Arbeit bei 42 Herden der Fall ist, ein Versagen der Computertomographie verständlich. Von diesen 42 Rundherden waren ca. 69 % kleiner oder gleich 5 mm, 19 % kleiner 1 cm und 5 zwischen 1,0 cm und 1,9 cm. Eine Untersuchung mit Schichtlücken muß deshalb bei der Suche nach Lungenrundherden abgelehnt werden. Auch Krudy et al. (1982) beschreibt in einem Fallbericht das Versagen der Computertomographie bei der Diagnose eines 1,5 x 1,8 cm großen Herdes, der bei kontinuierlicher Schichtfolge mit einer Schichtdicke von 13 mm untersucht wurde. Angesichts dieser Erfahrung geht Krudy et al. soweit, überlappende Schichten zu fordern, doch dies ist aus Zeitgründen nicht praktikabel.

Von den 14 im CT trotz Einzelschichtuntersuchung nicht diagnostizierten Herden waren 11 chemotherapiert und 3 nicht vorbehandelt. 13 Herde (92,9 %) stellten Metastasen dar, Nekrosen waren keine vorhanden; ein Herd erwies sich als benigner Prozeß.

12 Herde waren kleiner oder gleich 5 mm und im Unterlappen bzw. Sinus phrenico-costalis gelegen, ein Herd mit 6 mm fand sich im dorsalen Oberlappen. Ein weiterer Herd mit einer Größe von 2 x 1,5 x 1 cm war computertomographisch im aortopulmonalen Fenster sichtbar, doch wurde die Metastase nicht wie im OP-Bericht angegeben intrapulmonal lokalisiert. Sie fand sich unmittelbar kranial der Arteria pulmonalis und breitete sich von Lungenparenchym umgeben bis unter die Pleura aus.

11 der 12 Herde im Bereich ≤ 5 mm waren im basalen Unterlappenbereich bzw. im Sinus phrenico-costalis gelegen. Dort wird die computertomographische Beurteilung durch unregelmäßige Atembewegungen und das tangentielle Auftreffen der Schichten im Diaphragmakuppen-Bereich erschwert. Diese Beobachtung stimmt überein mit Ergebnissen von Chang et al. (1979), der den hilusnahen Bereich, die apikalen Oberlappensegmente und die zwerchfellnahen pleuralen Bereiche als zum Teil für die Computertomographie schwer beurteilbar beschreibt.

Hinsichtlich der 11 Herde ist außerdem noch anzumerken, daß die computertomographische Untersuchung bei einem Patienten durch Veratmungsartefakte nur eingeschränkt beurteilbar war.

Rundherde ohne operatives Korrelat

Insgesamt kamen bei 19 von 58 Patienten computertomographisch 33 metastasenverdächtige Herde zur Darstellung, die sich intraoperativ trotz sorgfältigem Durchtasten der Lunge in Atelektase nicht bestätigen ließen.

Die im Lungenfenster direkt gemessene Größe betrug zwischen 1 mm und 3 mm. Von den 33 Herden wurden 17 (51,5 %) mit Einzelschichten und 16 (48,5 %) mit Schichtlücken untersucht. Computertomographisch waren 26 Rundherde (78,8 %) im Unterlappen lokalisiert und 7 (21,2 %) im Oberlappen.

29 von 33 (87,8 %) der Rundherde waren in der Lungenperipherie zu sehen. Das ist die Lokalisation, die auch von Willis et al. (1973), Scholten et al. (1977) und Crow et al. (1981) als Sitz der meisten Metastasen angegeben wird.

Problematisch wird die Beurteilung, wenn man in Betracht zieht, daß auch pleurale Verdichtungen und Fibrosen, ebenso wie subpleurale Lymphknoten den gleichen Aspekt wie ein peripherer Rundherd abgeben können (Libshitz et al. 1982).

Daß weder Form, noch Größe, noch Lage, noch Randkonturen zur radiologischen Unterscheidung von malignen und benignen Rundherden beitragen können, zeigte Crow et al. (1981) in ihrer radiologisch-pathologischen Studie. Sie fand dabei auch zahlreiche "metastasen-untypische" Herde von ca. 2 mm Dicke und 5 - 10 mm Länge, die radiologisch als Pleuraverdichtung, aber keineswegs als Rundherd imponierten.

Bei 6 Rundherden konnte bereits im CT-Befund der hochgradige Verdacht geäußert werden, daß es sich hierbei um postentzündliche Adhäsionen handelt (Mayr et al. 1984). Aus der Vorgeschichte des Patienten geht hervor, daß er im Anschluß an eine Therapie nach dem Einhorn-Schema an einer schweren Bleomycin-Pneumonie erkrankte, die - wie sich sowohl computertomographisch als auch intraoperativ zeigte - ausgedehnte, breitbasige Verwachsungen nachsichzog.

Auch Chang et al. (1979) beschreibt, daß von 31 Herden, die nur die Computertomographie und nicht die konventionelle Tomographie diagnostizierte, 16 Herde bei der Thorakotomie nicht gefunden werden konnten. Bei 2 von 3 Patienten konnten in postoperativen CT-Untersuchungen die Herde weiterhin nachgewiesen werden, sie nahmen sogar an Größe zu (Chang et al. 1979).

Auch Muhm et al. (1978) beschreibt 3 sog. "falsch positive" Herde, die jedoch später nicht mehr nachgewiesen werden konnten, bzw. ein Herd konnte vom Pathologen im entfernten Oberlappen nicht gefunden werden.

Aus der eigenen Untersuchung liegen von 3 Patienten mit 4 Herden computertomographische Nachuntersuchungen vor. Bei einem Patienten mit 2 dicht nebeneinander liegenden Herden im rechten Oberlappen, die vom Aspekt her eher als entzündlich veränderte Herde imponierten, ist 7 Monate nach der ersten CT-Untersuchung und 6 Monate nach der Operation kein verdächtiger Bezirk an der entsprechenden Stelle mehr nachzuweisen. Da der Patient sowohl prä-

als auch postoperativ intensiv mit Chemotherapie behandelt wurde, ist es möglich, daß dieser Herd sich durch die Behandlung vollständig rückgebildet hat und zum Zeitpunkt der ersten CT-Untersuchung bereits entzündlich-regressiv verändert war.

Bei einem anderen Patienten mit 2 Herden - einer im linken Unterlappen dorsal, ein anderer im Sinus phrenico-costalis, dem Diaphragma aufsitzend, zeigt sich in beiden Fällen bei der Nachuntersuchung nur ein fibrotisch-verzogener Bezirk. Auch dieser Patient wurde prä- und postoperativ bei Vorliegen eines Synovialsarkoms chemotherapiert.

Beim dritten Patienten mit einem follikulären Schilddrüsenkarzinom zeigte sich im präoperativen CT-Befund ein Herd im linken dorsalen Unterlappen, der in der 3 Monate später durchgeführten Untersuchung nur als fibrotischer Strang zur Darstellung kommt. Möglicherweise wurde der Herd intraoperativ entfernt und nicht zusätzlich angegeben (Abbildung 7 und 8).

Die postoperative CT-Untersuchung der Lunge kann aufgrund von Adhäsionen, Teillatektasen und Verlagerung anatomischer Strukturen ausgesprochen schwierig sein. Chang et al. (1979) konnte in seiner Studie trotzdem ein Persistieren, ja sogar ein Wachstum der "falsch positiven" Herde zeigen.

Dies wiederum deutet daraufhin, daß auch der Thorakotomie, obwohl sie derzeit das genaueste Verfahren zur Erfassung von Lungenmetastasen darstellt, Grenzen gesetzt sind. Schwierig wird das Durchtasten der Lunge bei Konsistenzvermehrung oder bei starken Adhäsionen und Verwachsungen.

Momentan gibt es keinen "Gold-Standard" bei der Diagnose von Lungenmetastasen außer einer sorgfältigen klinischen Überwachung, einem Vergleich mit computertomographischen Vorbefunden und eventuell einer transthorakalen Feinnadelbiopsie, wenn die Herde eine Größe von 5 - 10 mm erreicht haben.

Abb. 7: Darstellung eines Rundherdes im linken dorsalen Unterlappen, der intraoperativ nicht entfernt wurde.
(präoperative CT - Untersuchung)

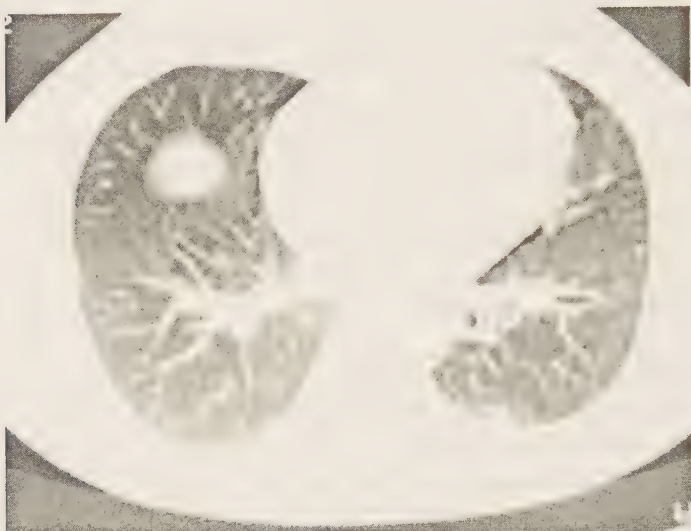
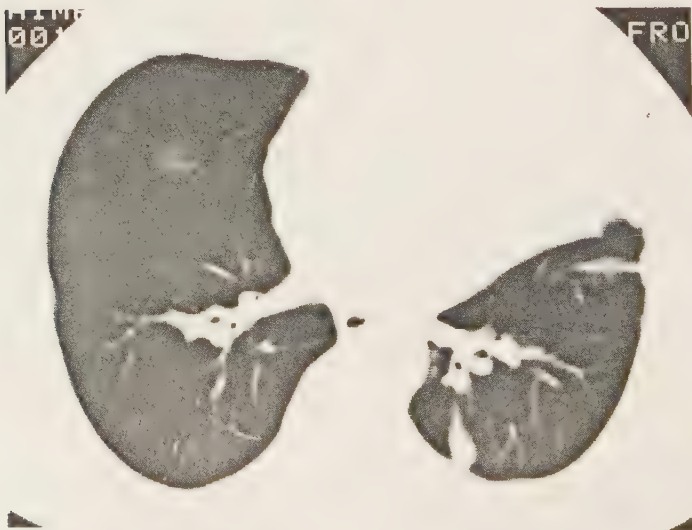


Abb. 8: Bei postoperativer Nachuntersuchung ist der Rundherd aus Abb.7 nur noch als fibrotischer Strang zu erkennen.



Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die vorliegende Arbeit zeigt, daß es mit der Computertomographie des Thorax gelang, rund 89 % der Lungenrundherde bei Patienten mit bekanntem extrapulmonalem Primärtumor zu identifizieren, d. h. von 124 mit kontinuierlicher Schichtfolge von 8 mm Dicke untersuchten Herden wurden 110 diagnostiziert. Der Größenmedian dieser Läsionen lag bei 1,0 cm; 28 von 110 Herden (25,5 %) waren kleiner oder gleich 5 mm. Insgesamt 94 der 110 Herde (85,5 %) waren Metastasen mit vitalem Tumorgewebe, 9 Herde (8,2 %) erwiesen sich als Nekrosen nach Chemotherapie und 7 Herde (6,4 %) stellten benigne Prozesse wie Lymphknoten etc. dar. Von den 28 Rundherden mit einer Größe von 5 mm oder darunter waren 78,6 % Metastasen. Fast 70 % aller im CT diagnostizierten und chirurgisch entfernten Herde wiesen eine subpleurale oder pleuranahe Lage auf.

Von den 14 im CT des Thorax nicht nachgewiesenen Rundherden waren 12 kleiner oder gleich 5 mm, einer 6 mm und einer 2 x 1,5 cm; der Median betrug 0,4 cm. Der letztgenannte Herd war im aortopulmonalen Fenster gesehen, jedoch nicht intrapulmonal lokalisiert worden. 11 der 12 kleinen Herde entgingen dem CT des Thorax unter untersuchungstechnisch schwierigen Bedingungen mit ausgeprägten Atemartefakten.

Insgesamt waren 13 von 14 im CT nicht diagnostizierten Herden Metastasen (92,9 %), ein Herd erwies sich als benigner Lymphknoten.

Computertomographisch wurden zusätzlich 33 Herde gefunden, die sich intraoperativ nicht bestätigen ließen. Von diesen 33 Herden waren 29 (87,8 %) nach dem CT-Befund pleuranah oder subpleural lokalisiert. Bei einer Nachuntersuchung von 3 Patienten waren 3 Herde als fibrotische Stränge sichtbar, 1 Herd war nicht mehr nachweisbar. Zwei dieser Patienten hatten eine Chemotherapie erhalten.

Insgesamt 112 Herde dieser Arbeit wurden mit Schichtlücken untersucht. In dieser Gruppe konnten nur 70 Läsionen (62 %) mit einer mittleren Größe von 0,9 cm computertomographisch nachgewiesen werden. 42 von 112 Herden (38 %) stellten sich im CT nicht dar, der Größenmedian lag hier bei 0,4 cm. Die unterschiedliche Nachweisrate im Vergleich zu Untersuchungen mit kontinuierlicher Schichtfolge zeigt, daß bei der Suche nach Lungenmetastasen eine computertomographische Untersuchung mit Schichtlücken deutlich schlechtere Ergebnisse liefert und daher ungeeignet ist.

Neben der Thorakotomie als derzeit genauester Methode zur Erfassung von Lungenmetastasen stellt die Computertomographie des Thorax das beste bildgebende Verfahren dar. Sowohl im Vergleich mit konventionellen radiologischen Methoden wie Thoraxübersichtsaufnahmen in verschiedenen Projektionen und der Ganzlungentomographie, als auch im Vergleich mit der Magnetischen Kernspinresonanztomographie und dem Metastasennachweis mit radioaktiv markierten monoklonalen Antikörpern erweist sich die Computertomographie im Hinblick auf Sensitivität als eindeutig überlegen. Eine Aussage hinsichtlich der Dignität der diagnostizierten Herde kann derzeit nur bei fett- oder kalkdichten Läsionen getroffen werden. Ansonsten läßt weder Form noch Größe noch Lage oder Randkontur eine Unterscheidung in maligne und benigne Prozesse zu. So gilt die Regel, daß jeder pulmonale Rundherd bei einem Patienten mit einem extrapulmonalen Malignom primär als metastasenverdächtig eingestuft werden muß.

Durch den hohen Zeit- und Kostenaufwand eignet sich die Computertomographie des Thorax bei der Suche nach Lungenmetastasen sicher nicht als Screening-Methode. Sie ist jedoch von großem Nutzen bei Patienten mit einem Primärtumor, der zu einem hohen Prozentsatz zu pulmonaler Metastasierung neigt, wie dies z. B. bei Hoden-teratomen, Weichteil- und Osteosarkomen der Fall ist;

des weiteren liegt die Bedeutung einer computertomographischen Diagnose auf der Hand, wenn bei Patienten mit gesicherten, extrapulmonalen Malignomen an eine Enukleation konventionell nachgewiesener Lungenmetastasen gedacht wird, um präoperativ ein möglichst genaues Bild über Anzahl, uni- oder bilateralen Befall und die Lokalisation zu geben, oder, wenn bei unklaren konventionellen Befunden von dem Nachweis hämatogener Metastasen eine Änderung des therapeutischen Vorgehens abhängt.

Brogdon BG, Kelsey CA, Moseley RD : Factors Affecting Perception of Pulmonary Lesions.
Radiol. Clin. North Am. 21 (1983) 633 - 654

Buraggi GL, Callegaro L, Turrin A, Cascinelli N, Attili A, Emanuelli H, Gasparini M, Deleide G, Plassio G, Dovis M, Mariani G, Natali PG, Scassellati GA, Rosa U, Ferrone S : Immunoscintigraphy with ^{123}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ and ^{111}In -labelled F(ab')_2 Fragments of Monoclonal Antibodies to a Human High Molecular Weight-melanoma Associated Antigen
J. Nucl. Med. All. Sci. 28 (1984) 283 - 295

Cahan WG : Excision of Melanoma Metastases to Lung
Ann.Surg. (1973) 703 - 709

Chang AE, Schaner EG : Evaluation of Computed Tomography in the Detection of Pulmonary Metastases
Cancer 43 (1979) 913 - 916

Cohen AM, Haaga JR, Alfidi RJ : The Lungs - Computed Tomography of the Whole Body
Hrsg.: The C.V. Mosby Company, St. Louis, Toronto (1983) 513 - 527

Cohen M, Grosfeld J, Baehner R, Weetman R : Lung CT for Detection of Metastases: Solid Tissue Neoplasms in Children
AJR 139 (1982) 895 - 898

Creagan ET, Frytak S, Pairolero P, Hahn RG, Muhm JR : Surgically Proven Pulmonary Metastases Not Demonstrated by Computed Chest Tomography
Cancer Treatment Reports 62,9 (1978) 1404 - 1405

Crow J, Kreel L, Slavin G : Pulmonary Metastases : A Pathologic and Radiologic Study.
Cancer 47 (1981) 2595 - 2602

Dernevik L, Berggren H, Larsson S, Roberts D : Surgical Removal of Pulmonary Metastases from Renal Cell Carcinoma
Scand. J. Urol. Nephrol. 19 (1985) 133 - 137

Dinkel E, Uhl H, Roeren T : Lungenmetastasen - Grenzen und Möglichkeiten der radiologischen Diagnostik
Radiologe 25 (1985) 158 - 165

Edwards JL, Makey AR, Bagshawe KD : The Role of Thoracotomy in the Management of the Pulmonary Metastases of Gestational Choriocarcinoma
Clin. Oncol. I (1975) 329 - 339

Eschenbach Ch, Maroske D, Winkler K : Successful Treatment of Multiple Metachronic Pulmonary Metastases in a Chondroblastic Osteosarcoma.

Z. Kinderchir. 40 (1985) 247 - 248

Farell JT : Pulmonary Metastases : A Pathologic, Clinical, Roentgenologic Study Based on 78 Cases Seen at Necropsy.
Radiology 24 (1935) 444

Feldman PS, Kyriakos M : Pulmonary Resection for Metastatic Sarcoma

J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 64 (1972) 784 - 787

Flye MW, Woltering G, Rosenberg SA : Aggressive Pulmonary Resection for Metastatic Osteogenic and Soft Tissue Sarcomas.
Ann. Thorac. Surg. 37 (1984) 123 - 127

Friedman G, Bücheler E, Thurn P: Ganzkörpercomputertomographie / Thorax

Hrsg.: Thieme Verlag 143 (1981) 208 - 217

Gall FP, Mühe E, Angermann B : Chirurgische Behandlung von Lungenmetastasen, Indikation und Operationstechnik
Dtsch. Med. Wschr. 104 (1979) 835 - 837

Godwin JD : Computed Tomography of the Chest / Metastasis: Lung
Hrsg.: Lippincott JB Company, Philadelphia (1984) 376 - 386

Hasse J : Chirurgie der Lungenmetastasen extrapulmonaler Tumoren
Vortrag auf der 8. Jahrestagung der Süddeutschen Gesellschaft für Pneumologie in Freiburg (1987)

Heaston DK, Putman CE, Rodan BA, Nicholson E, Ravin CE et al.: Solitary Pulmonary Metastases in High-Risk Melanoma Patients: A Prospective Comparison of Conventional and Computed Tomography
AJR 141 (1983) 169 -174

Heuck F, Ulbricht D : Zur Problematik des radiologischen Nachweises versteckter Lungenbefunde.
Radiologe 22 (1982) 300 - 309

Holmes EC, Ramming KP, Eilber FR, Morton DL : The Surgical Management of Pulmonary Metastases
Sem. Oncol. 4 (1977) 65 - 69

Hutchison DE, Deaner RM : Resection of Pulmonary Secondary Tumors
Am. J. Surg. 124 (1972) 732 - 737

Huth JF, Holmes EC, Vernon SE, Callery CD, Ramming KP, Morton DL: Pulmonary Resection for Metastatic Sarcom
Am. J. Surg. 140 (1980) 9 - 16

Ishihara T, Kikuchi K, Ideda T, Yamazaki S : Metastatic Pulmonary Diseases: Biologic Factors and Modes of Treatment
Chest 63 (1973) 227 - 232

Jett JR, Hollinger CG, Zinsmeister PD, Pairolero PC: Pulmonary Resection of Metastatic Renal Cell Carcinoma
Chest 84 (1983) 442 - 445

Johnston MR : Median Sternotomy for Resection of Pulmonary Metastases.

J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 85 (1983) 516 - 522

Kreel L : Computed Tomography of the Lung and Pleura
Sem. Roentgenology XIII (1978) 213 - 225

Kollins SA : Computed Tomography of the Pulmonary Parenchyma and Chest Wall

Rad. Clin. North Am. XV (1977) 297 - 308

Krudy AG, Doppman JL, Herdt JR : Failure to Detect a 1,5 Centimeter Lung Nodule by Chest Computed Tomography
J. Comput. Assist. Tomogr. 6 (1982) 1178 - 1180

Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ : Computed Body Tomography
Hrsg.: Raven Press, New York (1983) 99 - 106

Libshitz HI, North LB : Symposium on Metastatic Disease
Rad. Clin. North Am. 20 (1982) 437 - 451

Lund G, Heilo A : Computed Tomography of Pulmonary Metastases
Acta Rad. Diagnosis 23 (1982) 617 - 620

Mansel JK, Zinsmeister AR, Pairolero PC, Jett JR: Pulmonary Resection of Metastatic Colorectal Adenocarcinoma : A Ten Year Experience
Chest 89 (1986) 109 - 112

Marcove RC, Martini N, Rosen G : The Treatment of Pulmonary Metastases in Osteogenic Sarcoma
Clin. Orthop. 111 (1975) 65 - 69

Mayr B, Bauer WM, Clemm Ch, Hartenstein R : Differentialdiagnostische Probleme bei der Abgrenzung von Lungeninfiltraten nach Bleomycinthherapie gegenüber Metastasen.
Fortschr. Röntgenstr. 141 (1984) 409 - 414

Mc Cormack PM, Martini N : The Changing Role of Surgery for Pulmonary Metastases.
Ann. Thorac. Surg. 28 (1978) 139 - 145

Morrow CE, Vassilopoulos PP, Grange TB : Surgical Resection for Metastatic Neoplasms of the Lung.
Cancer 45 (1980) 2981 - 2985

Morton DL, Joseph WL, Ketcham AS, Geelhoed GW, Adkins PC: Surgical Resection and Adjuvant Immunotherapy for Selected Patients with Multiple Pulmonary Metastases
Ann. Surg. 178 (1973) 360 - 367

Mountain CF : Surgical Management of Pulmonary Metastases
Postgrad. Med. 48 (1970)

Mountain CF : The Basis for Surgical Resection of Pulmonary Metastases.

Intern. J. Rad. Oncol. Biol. Phys. 1 (1976) 749 - 753

Mountain CF, Khalil KG, Hermes KE, Frazier OH : The Contribution of Surgery to the Management of Carcinomatous Pulmonary Metastases.

Cancer 41 (1978) 833 - 840

Mountain CF, Mc Murrey MJ : Surgery for Pulmonary Metastases: A 20-Year-Experience.

Ann. Thor. Surg. 38 (1984) 323 - 330

Muhm JR, Brown LR, Crowe JK : Use of Computed Tomography in the Detection of Pulmonary Nodules.

Mayo Clin. Proc. 52 (1977) 345 - 348

Muhm JR, Brown LR, Crowe JK : Detection of Pulmonary Nodules by Computed Tomography.

AJR 128 (1977) 267 - 270

Muhm JR, Brown LR, Crowe JK : Comparison of Whole Lung Tomography and Computed Tomography for Detecting Pulmonary Nodules

AJR 131 (1978) 981 - 984

Müller NL, Gamsu G, Webb WR : Pulmonary Nodules: Detection Using Magnetic Resonance and Computed Tomography.

Radiology 155 (1985) 687 - 690

Naidich DP, Zerhouni EA, Siegelman SS : Principles and Techniques of Chest Computed Tomography / Computed Tomography of the Thorax Hrsg.: Raven Press, New York (1984) 1- 18

Neifeld JP, Michaelis LL, Doppman JL : Suspected Pulmonary Metastases, Correlation of Chest X-Ray, Whole Lung Tomograms and Operative Findings.

Cancer 39 (1977) 383 - 387

Putman JB, Roth JA, Wesley MN : Survival Following Aggressive Resection of Pulmonary Metastases from Osteogenic Sarcoma:

Analysis of Prognostic Factors

Ann. Thorac. Surg. 36 (1983) 516 - 523

Rosen G, Marcove RC, Iluvos AG, Caparros BI, Lane JM, Nirenberg A, Cacavio A, Groshen S: Primary Osteogenic Sarcoma: Eight-Year-Experience with Adjuvant Chemotherapy.

J. Cancer Res. Clin. Oncol. 106, Suppl. (1983) 55 - 67

Sager WD, Ladurner G: Computertomographie - Derzeitige Stellung in Radiologie und Klinik. Symposium Graz.
Hrsg.: Thieme Verlag(1978) 117 - 121

Schaner EG, Head G, Kalman N, Dunnick N, Doppman JL: Whole Body Computed Tomography in the Diagnosis of Abdominal and Thoracic Malignancies : Review of 600 Cases.
Cancer Treat. Rep. 61 (1977) 1537 - 1560

Schaner EG, Chang AE, Doppman JL : Comparison of Computed and Conventional Whole Lung Tomography in Detecting Pulmonary Nodules: A Prospective Radiologic-Pathologic Study.
AJR 131 (1978) 981 - 984

Scholten ET, Kreel L : Distribution of Lung Metastases in the Axial Plane. A Combined Radiological-Pathological Study.
Radiol. Clin. (Basel) 46 (1977) 248 - 265

Siccardi AG, Buraggi GL, Callegaro L, Mariani G, Natali PG et al.: Mulicenter Study of Immunoscintigraphy with Radiolabeled Monoclonal Antibodies in Patients with Melanoma.
Cancer Res. 46 (1986) 4817 - 4822

Skinner DG, Leadbetter WF, Wilkins EW : The Surgical Management of Testis Tumors Metastatic to the Lung : A Report of Ten Cases With Subsequent Resection of 1-7 Metastases.
J. Urol. 105 (1971) 275 - 282

Smoger BR, Rosenberg HK, Koss J, Raney R, Belasco J, Lange BJ: The Search for Pulmonary Metastases in Pediatric Patients: CT vs. Conventional Radiology
Ann. Radiol. 25 (1982) 47 - 53

Sperber M: Computerized Tomography of the Lung and Pleura : Normal Anatomy and Most Common Disorders.
Hrsg.: Futura Publishing Co. Inc. Mount Kisco, New York(1984) 135-140

Takita H, Merin C, Didolkar MS, Douglas HO, Edgerton F: The Surgical Management of Multiple Lung Metastases.
Ann. Thorac. Surg. 24 (1977) 359 - 364

Takita H, Edgerton F, Karakousis C, Douglass H, Vincent R, Beckley S: Surgical Management of Metastases to the Lung.
Surg. Gynecol. Obstet 152 (1981) 191 - 194

Takita H : Management of Pulmonary Metastases from Osteogenic Sarcoma.
Ann. Thorac. Surg. 36 (1983) 508 - 512

Viadana E, Bross IJD, Pickren KW : Cascade Spread of Blood-Borne Metastases in Solid and Nonsolid Cancers of Humans.
Hrsg.: Weiss L, Gilbert HA, Boston, Hall (1978) 142 - 167

Wainrauch B, Rachima M, Levy MJ : Lung Metastatic Choriocarcinoma
Chemotherapy and Lobectomy
Chest 63 (1973) 1029 - 1030

Wegener OH : Ganzkörper-Computertomographie
Hrsg.: Karger Verlag, Basel, München, Paris, London, New York,
Sydney (1981)

Wellner LJ, Putman CE : Imaging of Occult Pulmonary Metastases:
State of the Art
Cancer 36 (1986) 48 - 58

Wilking N, Petrelli NJ, Herrera L, Regal AM, Mittelman A:
Surgical Resection of Pulmonary Metastases from Colorectal
Adenocarcinoma
Dis. Colon Rectum 28 (1985) 562 - 564

Willis RA : The Spread of Tumors in the Human Body.
Hrsg.: Butterworth & Co. Ltd., London (1973)

L E B E N S L A U F

Name : Doris Monika S ü l t z , geb. Hoffmann
Geburtsdatum : 7. Februar 1957
Geburtsort : Augsburg
Eltern : Romanus Hoffmann, Bauingenieur
Gisela Hoffmann, geb. Eschenbecher, Hausfrau
Familienstand : verheiratet mit Dr. med. Hans-Joachim Sültz

1963 - 1967 : Grundschule in Stadtbergen/Augsburg
1967 - 1976 : Maria-Theresia-Gymnasium(neusprachlicher Zweig)
in Augsburg
1976 : Abitur
1976 - 1977 : Studium der Chemie an der Ludwig-Maximilians-
Universität München
1977 - 1979 : Sprachen- und Dolmetscherinstitut München
Abschluß mit Prüfung als Wirtschaftskorrespondentin
für Spanisch und Französisch
1979 - 1981 : Fremdsprachensekretärin in der Außenwirtschafts-
abteilung der Industrie- und Handelskammer für
München und Oberbayern
1981 - 1987 : Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-
Universität München
Mai 1987 : Bestehen der Ärztlichen Prüfung und Erteilung der
Approbation
seit
Juli 1987 : Assistenzärztin in der Radiologischen Abteilung
des Zentralkrankenhauses Gauting

